

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-298356

(43)Date of publication of application : 24.10.2000

(51)Int.Cl.

G03F 7/26  
G03F 7/004  
G03F 7/032  
G03F 7/038  
G03F 7/32  
H01L 21/027

(21)Application number : 11-107299

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
RYODEN SEMICONDUCTOR SYST  
ENG CORP

(22)Date of filing : 14.04.1999

(72)Inventor : TOYOSHIMA TOSHIYUKI  
TANAKA MIKIHIRO  
ISHIBASHI TAKEO  
YASUDA NAOKI

## (54) PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICE USING FINE PATTERN FORMING MATERIAL AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing a semiconductor device by which the occurrence of residue is prevented, a very fine pattern is formed and pattern shape and size uniformity in a surface are further enhanced.

SOLUTION: A 1st resist pattern capable of generating an acid is formed on a semiconductor substrate, a 2nd resist which causes a crosslinking reaction in the presence of the acid is applied on the 1st resist pattern and a crosslinked film is formed in the 2nd resist by supplying the acid from the 1st resist pattern. The uncrosslinked part of the 2nd resist is dissolved and removed using an aqueous solution to form a 2nd resist pattern, this 2nd resist pattern forming step is repeated plural times and the semiconductor substrate is etched using the resulting 2nd resist pattern as a mask to produce the objective semiconductor device.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-298356

(P2000-298356A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>7</sup> (参考)
G 0 3 F 7/26	5 1 1	G 0 3 F 7/26	5 1 1 2 H 0 2 5
7/004	5 0 1	7/004	5 0 1 2 H 0 9 6
7/032		7/032	5 F 0 4 6
7/038	6 0 1	7/038	6 0 1
7/32		7/32	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平11-107299	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成11年4月14日 (1999. 4. 14)	(71) 出願人	591036505 菱電セミコンダクタシステムエンジニアリング株式会社 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地
		(72) 発明者	豊島 利之 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(74) 代理人	100065226 弁理士 朝日奈 宗太 (外1名)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 微細パターン形成材料を用いた半導体装置の製造方法および半導体装置

## (57) 【要約】

【課題】 残渣の発生がなく、非常に微細なパターンの形成を実現するとともに、パターン形状および面内のサイズ均一性をさらに向上させる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体基材上に酸を発生し得る第1のレジストパターンを形成する工程、前記レジストパターン上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程、第1のレジストパターンからの酸の供給により第2のレジストに架橋膜を形成する工程、第2のレジストの非架橋部分を水溶液を用いて溶解剥離して第2のレジストパターンを形成する工程、この第2のレジストパターンを形成する工程を複数回繰り返す工程、さらにこの第2のレジストパターンをマスクとして半導体基材をエッチングする工程からなる方法により半導体装置を製造する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のレジストにより半導体基材上に酸を発生し得る第1のレジストパターンを形成する工程、前記第1のレジストパターン上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程、前記第1のレジストパターンからの酸の供給により前記第2のレジストの前記第1のレジストパターンに接する部分に架橋膜を形成する工程、前記第2のレジストの非架橋部分を水あるいは水溶性有機溶媒の水溶液を用いて溶解剥離して第2のレジストパターンを形成する工程、この第2のレジストパターンを形成する工程を複数回繰り返す工程、さらにこの第2のレジストパターンをマスクとして前記半導体基材をエッチングする工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記第1のレジストパターンを形成する工程において、第1のレジストが、露光により酸を発生するレジスト、予め酸を含有するレジスト、あるいは加熱処理により酸を発生するレジストである請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記第1のレジストパターン中に発生した酸が、前記第1のレジストパターンを露光した際に、第1のレジスト中に含まれる感光剤または酸発生剤が分解することによって発生し、現像後、形成されたパターン界面近傍に残存するもであることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記第1のレジストパターン中に発生した酸の供給が、前記第1のレジストをパターンニングする際に発生し、パターン側壁近傍部分に存在する酸を第2のレジスト中に拡散させることにより行われることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記第2のレジストが、1種類または2種類以上の水溶性樹脂、2種類以上の水溶性樹脂の共重合体、1種類または2種類以上の水溶性架橋剤あるいはこれらの混合物を主成分とすることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記水溶性樹脂が、ポリアクリル酸、ポリビニルアセタール、ポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンイミン、ポリエチレンオキシド、スチレン-無水マレイン酸共重合体、ポリビニルアミン、ポリアリルアミン、オキサゾリン基含有水溶性樹脂、水溶性メラミン樹脂、水溶性尿素樹脂、アルキッド樹脂、スルホンアミドのうちの1種類または2種類以上の混合物、あるいはこれらの塩を主成分とし、前記水溶性架橋剤が、メラミン誘導体、尿素誘導体、ベンゾグアナミン、グリコールウリルのうちの1種類またはこれらの2種類以上の混合物を主成分とすることを特徴とする請求項5記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 前記水溶性架橋剤が、メラミン、アルコキシメチレンメラミン、尿素、アルコキシメチレン尿素、N-アルコキシメチレン尿素、エチレン尿素、エチ

レン尿素カルボン酸の1種類または2種類以上の混合物を主成分とすることを特徴とする請求項6記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】 前記水溶性樹脂が、ポリビニルアセタール、ポリビニルアルコール、またはポリビニルアルコールとポリビニルアセタールとの混合物のいずれかであり、前記水溶性架橋剤が、メラミン誘導体、尿素誘導体、またはメラミン誘導体と尿素誘導体との混合物のいずれかであることを特徴とする請求項6記載の半導体装置の製造方法。

【請求項9】 前記第2のレジストに用いる溶媒または第2のレジストの未架橋部分を溶解除去するための溶液が、純水、水溶性の有機溶媒を混合した水溶液、またはこれらに界面活性剤を混合した水溶液であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項10】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9記載の半導体装置の製造方法によって製造した半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体プロセスにおいて、レジストパターンを形成する際にパターンの分離サイズまたはホール開口サイズを縮小する微細分離レジストパターン用の材料と、それを用いた微細分離パターンの形成方法、さらにはこの微細分離レジストパターンを用いた半導体装置の製造方法、ならびにこの製造方法によって製造された半導体装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの高集積化に伴って、製造プロセスに要求される配線および分離幅は非常に微細化されている。一般的に、微細パターンの形成は、フォトリソグラフィ技術によりレジストパターンを形成し、形成したレジストパターンをマスクとして、下地の各種薄膜をエッチングする方法により行われている。

【0003】そのため、微細パターンの形成においては、フォトリソグラフィ技術が非常に重要となる。フォトリソグラフィ技術は、レジスト塗布、マスク合わせ、露光、現像で構成されており、微細化に対しては露光波長の制約から、微細化には限界が生じている。

【0004】そのため、従来の露光によるフォトリソグラフィ技術の限界を超える微細なレジストパターンの形成方法として、特開平6-250379号公報、特開平7-134422号公報などの手法が提案されている。これらの手法は、第1のレジストと第2のレジストの樹脂成分の相互拡散を利用するものである。しかし、これらの方法では、第2のレジストとして、第1のレジストを溶解させる有機溶媒に可溶なフォトレジスト材料を用いており、第1のレジストパターンを変形させるという問題がある。

【0005】また、第2のレジストを剥離する方法は、

第2のレジストを露光し、酸を発生させ、第2のレジストを溶解させる現像液（たとえば、テトラメチルアンモニウム水和物（以下、「TMAH」と略す）水溶液などのアルカリ性現像液、あるいはキシレンなど）を用いて第2のレジストを溶解除去している。しかし、第2のレジストの露光時に、下地である第1のレジストに対しても露光することになるために、可溶化することがある。可溶化された第1のレジストは、第2のレジストの溶解除去時に、第1のレジストが溶解される可能性が高く、プロセスとしてもマージンが小さく、さらに第2のレジストを除去する方法では、プロセスが煩雑になる。

【0006】また、第1のレジスト中に存在する酸による架橋反応を用いる手法も提案されている。しかし、第2のレジストとして用いる材料の反応性が低いために、第1のレジスト中に新たに酸を発生させる工程が必要であり、その場合、前述したように第1のレジストが第2のレジストの現像液に溶解するなどの可能性が高く、パターン形状が維持できないという問題がある。

【0007】また、第2のレジストとして、特開平6-250379号公報に記載のポリビニルアルコールを用いた場合には、下地である第1のレジストを溶解させる可能性は低い、その効果が小さいこと、処理後のパターン形状が悪いこと、また、水のみで現像を行うため、充分な洗浄が行われず、パターン上にシミなどの現像残渣が残りやすく、次工程であるエッチング時にパターン欠陥などを発生する問題が残る。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来の露光によるフォトリソグラフィ技術では、その波長の限界を超える微細なレジストパターンの形成は困難であった。また、波長限界を超えるパターン形成を可能とする手法も提案されているが、いくつかの問題が残っており、実際の半導体製造に適用することは難しい。

【0009】本発明は、分離パターン、ホールパターンの微細化において、波長限界を超えるパターン形成を可能とし、さらに残渣の発生が少ない微細分離レジストパターン形成を実現する材料を提供するとともに、これを用いた微細分離レジストパターン形成技術を提供するものである。

【0010】すでに、我々は、特開平10-73927号公報において、第2のレジストに用いる溶媒または第2レジストの未架橋部分を除去するリンス液に、水または水にアルコールなどの水溶性有機溶媒を混合した水溶液を用い、多段階で洗浄することにより、良好な形状のレジストパターンが得られ、残渣の発生がない簡便な手法を提案している。さらにこの方法は、水溶性材料を用いるため下地である第1のレジストを溶解することなく、また、第2レジスト材料に非常に反応性の高い新しい材料を見出したことにより、第1のレジストをパターンニングする際に発生して現像後のパターン界面に残存す

る微量な酸を利用可能となり、さらに第1のレジストに新たな酸発生を生じさせる処理工程を必要としないという効果を有している。

【0011】しかし、この提案手法は、1回の架橋膜形成処理で微細パターンを形成する手法であるため、非常に微細なサイズのパターンを形成する場合、架橋剤濃度の増加または加熱処理温度の上昇などの手法を用いる必要があった。これらの場合、寸法精度の低下、あるいはリンス残渣が残りやすくなるなどの問題があった。

【0012】そこで、これらの問題を解消するために、架橋膜の形成工程を複数回にわけて処理することによって、残渣の発生をなくし、非常に微細なパターンの形成を実現するとともに、パターン形状、面内のサイズ均一性をさらに向上させた非常に有効な手法を提供するものである。

【0013】さらには、これらの微細分離レジストパターン形成技術を用いた半導体装置の製造方法を提供するものであり、またこの製造方法によって製造した半導体装置を提供しようとするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1にかかわる発明は、第1のレジストにより半導体基材上に酸を発生し得る第1のレジストパターンを形成する工程、前記第1のレジストパターン上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程、前記第1のレジストパターンからの酸の供給により前記第2のレジストの前記第1のレジストパターンに接する部分に架橋膜を形成する工程、前記第2のレジストの非架橋部分を水あるいは水溶性有機溶媒の水溶液を用いて溶解剥離して第2のレジストパターンを形成する工程、この第2のレジストパターンを形成する工程を複数回繰り返す工程、さらにこの第2のレジストパターンをマスクとして前記半導体基材をエッチングする工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【0015】請求項2にかかわる発明は、前記第1のレジストパターンを形成する工程において、第1のレジストが、露光により酸を発生するレジスト、予め酸を含有するレジスト、あるいは加熱処理により酸を発生するレジストである請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

【0016】請求項3にかかわる発明は、前記第1のレジストパターン中に発生した酸が、前記第1のレジストパターンを露光した際に、第1のレジスト中に含まれる感光剤または酸発生剤が分解することによって発生し、現像後、形成されたパターン界面近傍に残存し、新たに酸を発生させる処理が必要ないことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

【0017】請求項4にかかわる発明は、前記第1のレジストパターン中に発生した酸の供給が、前記第1のレジストをパターンニングする際に発生し、パターン側壁近

傍部分に存在する酸を第2のレジスト中に拡散させることにより行われることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

【0018】請求項5にかかわる発明は、前記第2のレジストが、1種類または2種類以上の水溶性樹脂、2種類以上の水溶性樹脂の共重合体、1種類または2種類以上の水溶性架橋剤あるいはこれらの混合物を主成分とすることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

【0019】請求項6にかかわる発明は、前記水溶性樹脂が、ポリアクリル酸、ポリビニルアセタール、ポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ポリエチレニミン、ポリエチレンオキシド、スチレン-無水マレイン酸共重合体、ポリビニルアミン、ポリアリルアミン、オキサゾリン基含有水溶性樹脂、水溶性メラミン樹脂、水溶性尿素樹脂、アルキッド樹脂、スルホンアミドのうちの1種類または2種類以上の混合物、あるいはこれらの塩を主成分とし、前記水溶性架橋剤が、メラミン誘導体、尿素誘導体、ベンゾグアナミン、グリコールウリルのうちの1種類またはこれらの2種類以上の混合物を主成分とすることを特徴とする請求項5記載の半導体装置の製造方法である。

【0020】請求項7にかかわる発明は、前記水溶性架橋剤が、メラミン、アルコキシメチレンメラミン、尿素、アルコキシメチレン尿素、N-アルコキシメチレン尿素、エチレン尿素、エチレン尿素カルボン酸の1種類またはこれらの2種類以上の混合物を主成分とすることを特徴とする請求項6記載の半導体装置の製造方法である。

【0021】請求項8にかかわる発明は、前記水溶性樹脂が、ポリビニルアセタール、ポリビニルアルコール、またはポリビニルアルコールとポリビニルアセタールとの混合物のいずれかであり、前記水溶性架橋剤が、メラミン誘導体、尿素誘導体、またはメラミン誘導体と尿素誘導体との混合物のいずれかであることを特徴とする請求項6記載の半導体装置の製造方法である。

【0022】請求項9にかかわる発明は、前記第2のレジストに用いる溶媒または第2のレジストの未架橋部分を溶解除去するための溶液が、純水、水溶性の有機溶媒を混合した水溶液、またはこれらに界面活性剤を混合した水溶液であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

【0023】請求項10にかかわる発明は、請求項1、2、3、4、5、6、7、8または9記載の半導体装置の製造方法によって製造した半導体装置である。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】実施の形態1

図1は、本発明で対象とする微細分離されたレジストパターンを形成するためのマスクパターンの例を示す図である。図1(a)は微細ホールマスクパターン10

0、図1(b)は微細スペースのマスクパターン200、図1(c)は、孤立の残しのパターン300を示す。図2および図3は、本発明の実施の形態1の微細分離レジストパターン形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【0025】まず、図1および図2を参照しながら、この実施の形態の微細分離レジストパターン形成方法、ならびにこれを用いた半導体装置の製造方法を説明する。なお、ここではわかりやすくするためにポジ型レジストパターンを用いて説明するが、本発明はネガ型レジストパターンに対しても有効である。

【0026】第1のレジストにより半導体基板上に酸を発生し得る第1のレジストパターンを形成する工程図2(a)で示すように、半導体基板(半導体ウェハ)3に、適当な加熱処理により内部から酸を供給する第1のフォトレジスト1を塗布する(たとえば、厚さ0.7~1.0 $\mu$ m程度)。

【0027】この第1のフォトレジスト1は、半導体基板3上にスピコートなどにより塗布し、プリベーク(70~110℃で1分程度の熱処理)を施して第1のレジスト中の溶剤を蒸発させる。

【0028】つぎに、第1のレジストパターンを形成するために、g線、i線、またはDeep-UV、KrFエキシマ、ArFエキシマ、EB(電子線)、X-rayなど、適用した第1のレジストの感度波長に対応した光源を用い、図1に示すようなパターンを含むマスクを用いて投影露光する。

【0029】ここで用いる第1のフォトレジストは、とくに限定されるものではなく、加熱処理または光などの照射によりレジスト内部に酸性成分が発生する機構を用いたレジスト、さらには予め酸を含有するレジストであればよい。また、ポジ型、ネガ型レジストのどちらでも用いることができる。

【0030】光などの照射によりレジスト内部に酸性成分が発生する機構を用いたレジストとしては、たとえばg線、i線、Deep-UV、KrFエキシマ、ArFエキシマ、EB(電子線)、X-rayなどの照射により酸の発生が生じるレジストがあげられる。第1のレジストとしては、たとえばノボラック樹脂、ナフトキノンジアジド系感光剤から構成されるポジ型レジストなどがあげられる。

【0031】さらに、第1のレジストとしては、露光により酸を発生する機構を用いた化学増幅型レジストの適用も可能であり、露光により酸を発生する反応系を利用したレジスト材料であれば、とくに限定されることはない。化学増幅型レジストとしては、たとえばポリヒドロキシスチレン樹脂とオニウム塩系の酸発生剤から構成されるポジ型レジストなどがあげられる。

【0032】予め酸を含有するレジストとしては、一般的にエキシマ用またはEB露光で用いられる化学増幅型

レジスト、あるいはノボラック型の i 線レジストなどに、あらかじめ酸を含ませるものであり、混合する酸としては、カルボン酸などの低分子の有機酸が好適である。

【0033】第1のレジストの露光を行った後、必要に応じて、露光後加熱（以下、「PEB」と略す）を行い（たとえば、PEB温度：50～130℃）、フォトリソの解像度を向上させる。つぎに、TMAHなどの0.05～3.0wt%のアルカリ水溶液を用いて現像する。図2（b）は、こうして形成された第1のレジスト1のレジストパターン1aを示す。

【0034】現像処理を行った後、必要に応じて、ポストデベロッピングベークを行うこともできる。この熱処理は、後のミキシング反応に影響するため、用いる第1のレジストまたは第2のレジスト材料にあわせて、適切な温度に設定することが望ましいが、通常、ベーク温度60～120℃で60秒程度であることが好ましい。レジストパターンの界面には、微量な酸が残存している。

【0035】以上は、酸を発生するレジスト1を用いるという点を別にすれば、プロセスとしては、一般的なレジストプロセスによるレジストパターンの形成と同様である。なお、レジストパターン中の酸濃度を増加させる場合には、第1レジストパターンを形成後、第1レジストパターン中に酸を発生させるために、第1レジスト中の吸収波長に合わせて、露光する、あるいは酸を発生させる代わりに、加熱処理により酸の発生を行う。

【0036】前記第1のレジストパターンの上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程

図2（c）に示すように、半導体基板1上に、酸の存在により架橋する架橋成分を含み、第1のレジスト1を溶解しない水または水に水溶性の有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）を加えた混合溶液に溶解された第2のレジスト2を塗布する。

【0037】第2のレジストの塗布方法は、第1のレジストパターン上に均一に塗布可能であれば、とくに限定されるものではなく、スプレーによる塗布または第2のレジスト溶液中に浸漬（ディッピング）することにより塗布することも可能である。

【0038】第2のレジスト2の塗布後、必要に応じてこれをプリベークし（たとえば85℃、60秒程度）、第2のレジスト層を形成する。第1のレジストを溶解しないため、第1のレジスト形状を保持したまま第2レジスト層を形成することが可能である。

【0039】前記第1のレジストパターンからの酸の供給により前記第2のレジストの前記第1のレジストパターンに接する部分に架橋膜を形成する工程

図2（d）に示すように、半導体基板1に形成された第1のレジストパターン1aと、この上に形成された第2のレジスト2とを加熱処理（ミキシングベーク、以下必

要に応じ「MB」と略す。）し、第1のレジストパターン1aからの酸の拡散を促進させ、第2のレジスト2中へ供給し、第2のレジスト2と第1のレジストパターン1との界面において、架橋反応を発生させる。この場合のMB温度/時間は、たとえば85～150℃/60～120秒であり、用いるレジスト材料の種類、必要とする反応層の厚みにより、最適な条件を設定すればよい。

【0040】前記第2のレジストの非架橋部分を水あるいは水溶性有機溶媒の水溶液を用いて溶解剥離して第2のレジストパターンを形成する工程

図2（e）に示すように、第1のレジストを溶解しない水と水溶性有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）の混合溶液で洗浄したのちに、水で洗浄することにより、架橋していない第2のレジスト2を剥離し、架橋膜4を第1のレジストを被覆するように形成する。以上の処理により、ホール内径または分離幅を縮小、あるいは孤立残しパターンの面積を拡大したレジストパターンを得ることが可能となる。

【0041】水に対するイソプロパノールの濃度は、1～30wt%程度の範囲で設定すればよく、第1のレジストを溶解しない範囲で、かつ第2のレジストの末架橋部分を充分溶解する範囲とすればよい。水に混合する他の水溶性有機溶媒を混合する場合にも同様である。

【0042】この第2のレジストパターンを形成する工程を複数回繰り返す工程

さらに、図2（f）に示すように、半導体基板1上に、酸の存在により架橋する架橋性化合物を含み、第1のレジスト1を溶解しない水または水溶性有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）を加えた混合溶液に溶解された第2のレジスト2aを塗布する。

【0043】第2のレジストの塗布方法は、第1のレジストパターン上に均一に塗布可能であれば、とくに限定されるものではなく、スプレーによる塗布、または第2のレジスト溶液中に浸漬（ディッピング）することにより塗布することも可能である。

【0044】第2のレジスト2aの塗布後、必要に応じてこれをプリベークし（たとえば、85℃、60秒程度）、第2のレジスト層を形成する。

【0045】図2（g）に示すように、半導体基板1に形成された第1のレジストパターン1aと、この上に形成された第2のレジスト2aとを加熱処理（MB）し、第1のレジストパターン1aおよび架橋膜4からの酸の拡散を促進させ、第2のレジスト2a中へ供給し、第2のレジストの架橋膜4と第2のレジストパターン2aとの界面において、架橋反応を発生させる。この場合のMB温度/時間は、用いるレジスト材料の種類、必要とする反応層の厚みにより最適な条件を設定すればよいが、85～150℃/60～120秒であることが好ましい。

【0046】図2（h）に示すように、第1のレジスト

を溶解しない水と水溶性有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）の混合溶液で洗浄し、つぎに、水で洗浄することにより、架橋していない第2のレジスト2aを剥離し、架橋膜4aを第1のレジストを被覆するように形成する。以上の処理により、ホール内径または分離幅を縮小、あるいは、孤立残しパターンを面積を拡大したレジストパターンを得ることが可能となる。

【0047】水に対するイソプロパノールの濃度は、1～30wt%程度の範囲で設定すればよく、第1のレジストを溶解しない範囲で、かつ第2のレジストの未架橋部分を充分溶解する範囲とすればよい。水に混合する他の水溶性有機溶媒を混合する場合にも同様である。

【0048】さらに、(f)～(h)の処理を繰り返すことにより、第1のレジストパターン上に架橋膜を形成することが可能となり、必要とされる寸法が得られるまで繰り返すことができる。また、同じ架橋膜の厚みを得る場合にもプロセスの工程数増が許容される範囲で、処理を複数回に分けることにより、寸法精度の架橋膜の厚みを実現することが可能となる。

【0049】この第2のレジストパターンをマスクとして前記半導体基材をエッチングする工程  
このようにしてえられたレジストパターンをマスクとして半導体基材をエッチングして、半導体を製造することができる。

【0050】以上、図2を参照して説明した微細レジストパターン形成方法では、第1のレジストパターン1a上に第2のレジスト層2を形成した後に、レジストパターン1aのパターン側面、あるいは側面と上面の界面付近に残存する微量な酸を適当な加熱処理により第1のレジストパターン中から、第2のレジスト2へ拡散する方法について説明した。

【0051】なお、第2のレジストを塗布し、架橋膜を形成する処理工程について、複数回処理する場合には、それぞれの処理条件は、同じであっても異なる処理条件を用いても良く、また、用いる第2のレジストの材料についても同じ物を用いても異なる材料を用いても良く、必要な架橋膜の厚みあるいは、下地レジストに最適な組み合わせを選択すればよい。

【0052】つぎに、加熱処理に代わって、あるいは、加熱処理に先立って、露光により酸を発生させ、拡散する方法について説明する。

【0053】図3は、この場合の微細分離レジストパターンの形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。図3(a)～(c)の工程は、図2(a)～(c)と同様であるから、説明を省略する。

【0054】この場合に、第1のレジスト1としては、露光により酸を発生する機構を用いた化学増幅レジストの適用も可能である。化学増幅レジストでは、光や電子線、X線などによる酸触媒の生成反応が起こり、生成した酸の触媒により引き起こされる増幅反応を利用する。

【0055】前記第1のレジストパターンの上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程

つぎに図3(c)で示される第2のレジスト層を形成した後、図3(d)に示すように、再度Hgランプのg線またはi線またはKrFエキシマレーザなどの紫外線（露光6）で半導体基板を全面露光し、第1のレジスト1a中に酸を発生させ、これにより図3(e)に示すように、第1のレジストパターン1aに接する第2のレジスト2の界面に架橋膜4を形成する。

【0056】この時の露光に用いる光源は、第1のレジストの感光波長に応じて、Hgランプ、KrFエキシマ、ArFエキシマ、電子線（EB）、X線などなどを用いることも可能であり、露光により酸の発生が可能であればとくに限定されるものではなく、用いた第1のレジストの感光波長に応じた光源と露光量を用いて露光すればよい。

【0057】このように、図3では、第2レジスト2の塗布後に露光し、第1レジストパターン1a中に酸を発生させるものである。第1のレジストパターン1を、第2のレジスト2に覆われた状態で露光するため、第1のレジストパターン1a中で発生する酸の量を露光量の調整により、広い範囲で正確に制御できるため、架橋膜4の膜厚が精度良く制御できる。

【0058】前記第1のレジストパターンからの酸の供給により前記第2のレジストの前記第1のレジストパターンに接する部分に架橋膜を形成する工程

必要に応じて、半導体基板1を加熱処理（ミキシングベーク）し、第1のレジストパターン1aからの酸の拡散を促進させ、第2のレジスト2中へ供給し、第2のレジスト2と第1のレジストパターン1との界面において、架橋反応を促進させる。この場合のMB温度/時間は、たとえば、60～130℃/60～120秒であり、用いるレジスト材料の種類、必要とする反応層の厚みにより、最適な条件を設定すればよい。

【0059】このミキシングベークにより、架橋反応を起こした架橋膜4が、第1のレジストパターン1aを被覆するように第2のレジスト2の中に形成される。

【0060】図3(f)の工程は、図2(e)と同様である。以上の処理により、ホール内径またはラインパターンの分離幅を縮小し、あるいは、孤立残しパターンを面積を拡大したレジストパターンを得ることが可能となる。

【0061】この第2のレジストパターンを形成する工程を複数回繰り返す工程

図3(g)に示すように、半導体基板1上に、酸の存在により架橋する架橋性化合物を含み、図1のレジスト1を溶解しない水または水溶性の有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）を加えた混合溶液に溶解された第2のレジスト2aを塗布する。



【0062】第2のレジストの塗布方法は、第1のレジストパターン上に均一に塗布可能であれば、とくに限定されるものではなく、スプレーによる塗布または第2のレジスト溶液中に浸漬（ディッピング）することにより塗布することも可能である。

【0063】第2のレジスト22の塗布後、必要に応じてこれをブリークし（たとえば、85℃、60秒程度）、第2のレジスト層を形成する。

【0064】図3（h）に示すように、半導体基板1に形成された第1のレジストパターン1aと、この上に形成された第2のレジスト2aとを加熱処理（ミキシングベーク）し、第1のレジストパターン1aおよび架橋膜4からの酸の拡散を促進させ、第2のレジスト2a中へ供給し、第2のレジストの架橋膜4と第2のレジスト2aとの界面において、架橋反応を発生させる。この場合のMB温度/時間は、たとえば、85～150℃/60～120秒であり、用いるレジスト材料の種類、必要とする反応層の厚みにより、最適な条件を設定すればよい。

【0065】図3（i）に示すように、第1のレジストを溶解しない水と水溶性有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）の混合溶液で洗浄し、つぎに、水で洗浄することにより、架橋していない第2のレジスト2aを剥離することによって、架橋膜4aを第1のレジストを被覆するように形成する。以上の処理により、ホール内径または分離幅を縮小、あるいは、孤立残レパターンの面積を拡大したレジストパターンを得ることが可能となる。

【0066】水に対するイソプロパノールの濃度は、1～30wt%程度の範囲で設定すればよく、第1のレジストを溶解しない範囲で、かつ第2のレジストの未架橋部分を充分溶解する範囲とすればよい。水に混合する他の水溶性有機溶媒を混合する場合にも同様である。

【0067】さらに、（g）～（i）の処理を繰り返すことにより、第1のレジストパターン上に架橋膜を形成することが可能となり、必要とされる寸法が得られるま

で繰り返すことができる。また、同じ架橋膜の厚みを得る場合にもプロセスの工程数増が許容される範囲で、処理を複数回に分けることにより、寸法精度の架橋膜の厚みを実現することが可能となる。

【0068】なお、図3を参照して説明した方法のように、露光により第1のレジストパターン1a中に酸成分を発生させる工程は、適用する第1のレジスト1と第2レジスト2の反応性が低い場合、あるいは、必要とする架橋膜の厚みが比較的厚い場合、または、架橋反応を均一化する場合にとくに適する。

【0069】ここで、第2のレジストに用いられる材料について説明する。

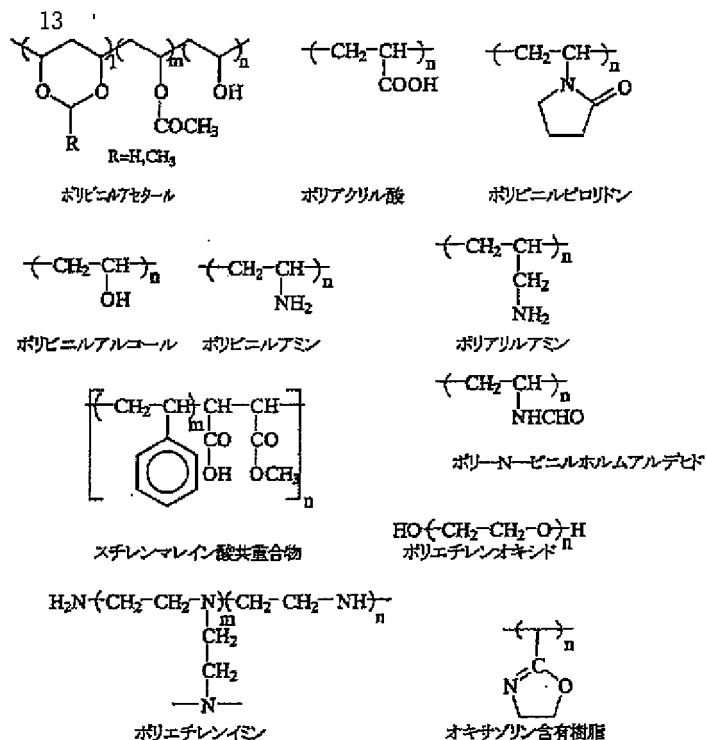
【0070】第2のレジストとしては、1種類または2種類以上の架橋性の水溶性樹脂、1種類または2種類以上の水溶性架橋剤、または、これらの混合物が用いられる。

【0071】第2のレジストとして混合物を用いる場合には、それらの材料組成は、適用する第1のレジスト材料、あるいは設定した反応条件などにより、最適な組成を設定すればよく、とくに限定されるものではない。

【0072】第2のレジストに用いられる水溶性樹脂としては、以下に示すようなポリビニルアセタール樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、ポリアクリル酸樹脂、オキサゾリン含有水溶性樹脂、水性ウレタン樹脂、ポリアリルアミン樹脂、ポリエチレンイミン樹脂、ポリビニルアミン樹脂、水溶性フェノール樹脂、水溶性エポキシ樹脂、ポリエチレンイミン樹脂、スチレン-マレイン酸共重合体などがあげられる。また、酸性成分存在下で架橋反応を生じる、あるいは、架橋反応が生じないか、低い場合には、水溶性架橋剤との混合が可能であればとくに限定されない。また、これらを単独で用いても、混合物として用いても有効である。

【0073】

【化1】



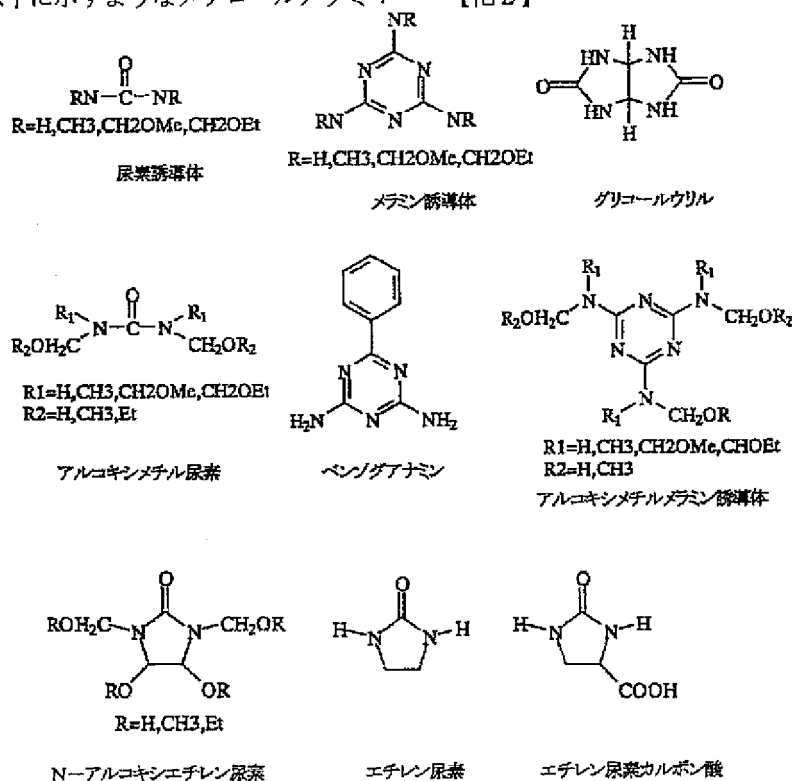
【0074】これらの水溶性樹脂は、1種類あるいは2種類以上の混合物として用いてもよく、下地レジストとの反応量、反応条件などにより、適宜調整することが可能である。また、これらの水溶性樹脂は、水への溶解性を向上させる目的で、塩酸塩などの塩にして用いてもよい。

【0075】第2のレジストに用いることができる水溶性架橋剤としては、以下に示すようなメチロールメラミン\*

20\*、メトキシメチロールメラミンなどのメラミン系架橋剤、メトキシメチロール尿素、エチレン尿素などの尿素系架橋剤、イソシアネート、ベンゾグアナミン、グリコールウリル等のアミノ系架橋剤などが有効であるが、酸によって架橋を生じる水溶性の架橋剤であればとくに限定されるものではない。

【0076】

【化2】



【0077】さらに第2のレジストに用いられる具体的な水溶性レジスト材料としては、前記水溶性樹脂の単独

あるいは混合物に、前記水溶性架橋剤の単独または混合物を、相互に混合して用いることも有効である。

【0078】第2のレジストとしては、たとえば水溶性樹脂としてポリビニルアセタール樹脂を用い、水溶性架橋剤としてメトキシメチロールメラミン、あるいはエチレン尿素などを混合したものなどがあげられる。この場合、相互溶解性が高いため、混合溶液の保存安定性に優れる。

【0079】なお、第2のレジストに適用される材料は、水溶性または第1のレジストパターンを溶解しない水溶性溶媒に可溶であり、かつ、酸成分の存在下で、架橋反応を生じる材料であればとくに限定されるものではない。

【0080】なお、これらの材料は、第1のレジストパターン1aのパターン界面付近に残存する微量な酸に対して充分な反応性を持つため、第1のレジストパターン1aへの再露光による酸発生を行わず、加熱処理だけで架橋反応を実現できることは先に説明したとおりである。この場合、第2のレジスト2として、反応性の高い適当な材料を選択し、適当な加熱処理（たとえば、85～150℃）を行うことが望ましい。

【0081】この場合、たとえば、第2のレジストとして、ポリビニルアセタール樹脂に、エチレン尿素、ポリビニルアルコールとエチレン尿素、あるいは、これらを適当な割合で混合した水溶性材料組成物を用いることが有効である。

【0082】第1のレジストと第2のレジストとの架橋反応の制御は、第1のレジストパターン1a上に形成される架橋膜4の厚みを制御することが重要である。架橋反応の制御は、適用する第1のレジストと第2のレジストとの反応性、第1のレジストパターン1aの形状、必要とする架橋反応層4の厚みなどに応じて、最適化することが望ましい。

【0083】第1のレジストと第2のレジストとの架橋反応の制御は、プロセス条件の調整による手法と、第2のレジスト材料の組成を調整する手法がある。

【0084】架橋反応のプロセス的な制御手法としては、(1)第1のレジストパターンへの露光量を調整する方法、(2)MB（ミキシングベーク）温度、処理時間を調整する方法などの手法が有効である。とくに、加熱して架橋する時間を調整することにより、架橋膜の厚みを制御することが可能であり、非常に反応制御性の高い手法である。

【0085】また、第2のレジストに用いる材料組成の面からは、(3)適当な2種類以上の水溶性樹脂を混合し、その混合比を調節することにより、第1のレジストとの反応量を調整する方法、(4)水溶性樹脂に、適当な水溶性架橋剤を混合し、その混合比を調整することにより、第1のレジストとの反応量を調整する方法などの手法が有効である。

【0086】しかしながら、これらの架橋反応の制御は、一元的に決定されるものではなく、(1)第2のレ

ジスト材料と適用する第1のレジスト材料との反応性、

(2)第1のレジストパターンの形状と膜厚、(3)必要とする架橋剤層の膜厚、(4)使用可能な露光条件または加熱処理（MB）条件、(5)塗布条件などのさまざまな条件を勘案して決定する必要がある。

【0087】とくに、第1のレジストと第2のレジストとの反応性は、第1のレジスト材料の組成により影響を受けることがわかっており、実際に本発明を適用する場合には、上述した要因を勘案し、第2のレジスト材料組成物を最適化することが望ましい。

【0088】したがって、第2のレジストに用いられる水溶性材料の種類とその組成比は、とくに限定されるものではなく、用いる材料の種類、熱処理条件などに応じて、最適化する。

【0089】なお、第2のレジスト材料に、エチレングリコール、グリセリン、トリエチレングリコールなどの可塑剤を添加剤として加えてもよい。また、第2のレジスト材料に関して、成膜性向上を目的として、たとえばのフロラード（3M（株）製）、ノニポール（三洋化成（株）製）などの水溶性界面活性剤を添加剤として加えてもよい。

【0090】つぎに、第2のレジストに用いられる溶媒について説明する。

【0091】第2のレジストの用いる溶媒には、第1レジストのパターンを溶解させないこと、さらに水溶性材料を十分に溶解させることが必要であるが、これを満たす溶媒であればとくに限定されるものではない。

【0092】たとえば、第2のレジストの溶媒としては、水（純水）、または水とIPAなどのアルコール系溶媒、あるいはN-メチルピロリドンなどの水溶性有機溶媒の単独、あるいは混合溶液を用いればよい。

【0093】水に混合する溶媒としては、水溶性であれば、とくに限定されるものではなく、たとえばエタノール、メタノール、イソプロピルアルコールなどのアルコール類、γ-ブチロラクトン、アセトンなどを用いることが可能であり、第2のレジスト用いる材料の溶解性に合わせて、第1のレジストパターンを溶解しない範囲で混合すればよい。

【0094】以上の例では、半導体基板1の全面で微細レジストパターンを形成する方法について説明したが、つぎに、半導体基板1の所望領域のみ選択的に微細レジストパターンを形成する方法について説明する。

【0095】図4は、この場合の製造方法のプロセスフロー図である。図4(a)～(c)の工程は、図3(a)～(c)と同様である。

【0096】前記第1のレジストパターンの上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程

図4(c)のように、第2のレジスト層2を形成した後、図4(d)に示すように、半導体基板3の一部を遮

光板5で遮光し、選択された領域に対して、再度Hgランプのg線またはi線あるいはKrFエキシマ、ArFエキシマなどレジストの吸収波長に応じた光で露光し、第1のレジストパターン1a中に酸を発生させる。これにより、図4(e)に示すように、露光された部分において、第1のレジスト1aに接する第2のレジスト2の界面に架橋膜4を形成する。

【0097】その後の図4(f)～(i)の工程は、図3(f)～(i)の工程と同様であるので、説明は省略する。

【0098】このようにして、図4(i)に示すように、半導体基板3の選択された領域では、第1のレジストパターン1a上に架橋膜4および4aを形成し、その他の領域では第1のレジストパターン1a上に架橋膜を形成しないようにすることが可能である。

【0099】このような形成方法によれば、適当な露光マスクを用いることにより、半導体基板1上で選択的に露光して、露光部分と未露光部分を区別し、第2のレジストパターンが第1のレジストパターンとの境界部分において、架橋する領域と架橋しない領域とを形成することができる。これにより、同一半導体基板上において、異なる寸法の微細ホールまたは微細スペースを形成することができる。

【0100】以上、半導体基板3上に微細分離レジストパターンを形成する形成方法について詳細に説明したが、本発明の微細分離レジストパターンは、半導体基板3上に限られず、半導体装置の製造プロセスに応じて、シリコン酸化膜などの絶縁層の上に、またはポリシリコン膜などの導電層の上に形成することもできる。

【0101】このように、本発明の微細分離レジストパターンの形成は、とくに下地膜に制限されるものではなく、レジストパターンを形成できる基材上であれば、どの場合においても適用可能であり、必要に応じた基材の上に形成されるものである。これらを総称して、半導体基材と称することとする。

【0102】本発明においては、上述のように形成した微細分離レジストパターンをマスクとして、下地の各種薄膜をエッチングし、下地薄膜に微細スペースあるいは、微細ホールを形成して、半導体装置を製造するものである。

#### 【0103】実施の形態2

図5は、この発明の実施の形態2の微細分離レジストパターン形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。図1および図5を参照して、この実施の形態2の微細分離パターンの形成方法およびこれを用いた半導体装置の製造方法を説明する。

【0104】第1のレジストにより半導体基材上に酸を発生し得る第1のレジストパターンを形成する工程

図5(a)に示すように、半導体基板3に、内部に若干の酸性物質を含有する第1のフォトレジスト11を塗布

する。第1のフォトレジストはプリベーク(70～100℃で1分程度の熱処理)を施した後、たとえば、KrFエキシマレーザを用い、図1のようなパターンを含むマスクを用い投影露光する(図5では省略)。図5

(b)はこうして形成された第1のレジストのパターン11aを示す。

【0105】ここで用いる第1のレジスト11の材料としては、実施の形態1で説明したものが有効に用いられる。また、第1のレジスト11に含ませる酸としては、具体的には、カルボン酸系の低分子酸などが好適である。

【0106】この後、必要に応じて、PEB温度(10～130℃)で熱処理し、フォトレジストの解像度を向上させた後、TMAHの約2.38%希釈水溶液を用いて現像する。

【0107】この後、必要に応じポストデベロッピングベークを行う場合もある。この熱処理は後のミキシング反応に影響するため、適切な温度に設定する必要がある。以上は、酸を含むレジスト11を用いるという点を別にすれば、プロセスとしては、従来のレジストプロセスによるレジストパターンの形成と同様である。

【0108】前記第1のレジストパターンの上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程

図5(b)のパターン形成後、図5(c)に示すように、半導体基板(ウェハ)3上に、酸の存在により架橋する架橋性化合物を含み、第1のレジスト11を溶解しない溶剤に溶かされた第2のレジスト12を塗布する。

【0109】ここで用いる第2のレジスト12の材料およびその溶媒は、実施の形態1で述べたものと同様のものが適用でき、また有効である。

【0110】第2のレジスト12の塗布後、必要に応じこれをプリベークする。この熱処理は後のミキシング反応に影響するため、適切な温度に設定することが望ましい。

【0111】前記第1のレジストパターンからの酸の供給により前記第2のレジストの前記第1のレジストパターンに接する部分に架橋膜を形成する工程

図5(d)に示すように、半導体基板3を熱処理(60～130℃)し、第1のレジスト11aに含まれる若干の酸性物質からの酸の供給により、第2のレジスト12の第1のレジスト11aとの界面で架橋反応を起こさせる。これにより、第1のレジスト11aを被覆するように架橋反応を起こした架橋膜14が第2のレジスト12中に形成される。

【0112】前記第2のレジストの非架橋部分を水あるいは水溶性有機溶媒の水溶液を用いて溶解剥離して第2のレジストパターンを形成する工程

図5(e)に示すように、第1のレジストを溶解しない水と水溶性の有機溶媒(たとえば、イソプロパノール)

10

20

30

40

50

の混合溶液で洗浄し、つぎに、水で洗浄することにより、架橋していない第2のレジスト12を剥離する。以上の処理により、ホール内径または分離幅を縮小、あるいは、孤立残しパターンの面積を拡大したレジストパターンを得ることが可能となる。

【0113】この第2のレジストパターンを形成する工程を複数回繰り返す工程

さらに、図5(f)に示すように、半導体基板1上に、酸の存在により架橋する架橋性化合物を含み、第1のレジスト1を溶解しない水あるいは水に水溶性の有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）を加えた混合溶液に溶解された第2のレジスト12aを塗布する。

【0114】第2のレジストの塗布方法は、第1のレジストパターン上に均一に塗布可能であれば、とくに限定されるものではなく、スプレーによる塗布または第2のレジスト溶液中に浸漬（ディッピング）することにより塗布することも可能である。

【0115】第2のレジスト12aの塗布後、必要に応じてこれをブリーチ（たとえば、85℃、60秒程度）、第2のレジスト層2aを形成する。

【0116】図5(g)に示すように、半導体基板1に形成された第1のレジストパターン1aと、この上に形成された第2のレジスト12aとを加熱処理（ミキシングベーク）し、第1のレジストパターン11aおよび架橋膜14からの酸の拡散を促進させ、第2のレジスト12a中へ供給し、第2のレジストの架橋膜14と第2のレジスト2aとの界面において、架橋反応を発生させる。この場合のMB温度/時間は、たとえば、85～150℃/60～120秒であり、用いるレジスト材料の種類、必要とする反応層の厚みにより、最適な条件を設定すればよい。

【0117】つぎに、図5(h)に示すように、第1のレジストを溶解しない水と水溶性の有機溶媒（たとえば、イソプロパノール）の混合溶液で洗浄し、つぎに、水で洗浄することにより、架橋していない第2のレジスト12aを剥離することによって、架橋膜14aを第1のレジストを被覆するように形成する。以上の処理により、ホール内径または分離幅を縮小、あるいは、孤立残しパターンの面積を拡大したレジストパターンを得ることが可能となる。

【0118】水に対するイソプロパノールの濃度は、1～30wt%程度の範囲で設定すればよく、第1のレジストを溶解しない範囲で、かつ第2のレジストの未架橋部分を充分溶解する範囲とすればよい。水に混合する他の水溶性有機溶媒を混合する場合にも同様である。

【0119】さらに、(f)～(h)の処理を繰り返すことにより、第1のレジストパターン上に架橋膜を形成することが可能となり、必要とされる寸法が得られるまで繰り返すことができる。また、同じ架橋膜の厚みを得る場合にもプロセスの工程数増が許容される範囲で、処

理を複数回に分けることにより、良好な寸法精度で架橋膜を実現することが可能となる。

【0120】以上のように、この実施の形態2における第1のレジスト11は、露光によって酸を発生させる必要が無く、レジスト膜11自体に酸を含むように調整されており、熱処理によりその酸を拡散させて架橋させるようにしている。この第1のレジスト11に含まれる酸としては、カルボン酸系の低分子酸などが好適であるが、レジスト11に混合させることが可能であればとくに限定はされない。

【0121】また、この微細分離レジストパターンを、各種の半導体基材上に形成し、これをマスクとして、半導体基材上に微細な分離スペースあるいは微細なホールなどを形成できることは、先に述べた実施の形態1と同様である。

### 【0122】実施の形態3

図6は、この発明の実施の形態3の微細分離レジストパターンの形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。図1および図6を参照してこの実施の形態3の微細分離レジストパターンの形成方法およびこれを用いた半導体装置の製造方法を説明する。

【0123】第1のレジストにより半導体基材上に酸を発生し得る第1のレジストパターンを形成する工程

図6(a)に示すように、半導体基板3に、第1のフォトレジスト21を塗布する。第1のレジスト21にブリーチ（70～100℃で1分程度の熱処理）を施した後、第1のレジスト21の感光波長に応じて、たとえば、g線、またはi線、あるいはKrFエキシマレーザを用い、図1の様なパターンを含むマスクを用いて投影露光する（図6中では図示を省略している）。

【0124】必要に応じて、PEB温度（10～130℃）で熱処理しフォトレジストの解像度向上させた後、TMAHの約2.0%希釈水溶液を用い現像する。図6(b)は、こうして形成された第1のレジストのパターン21aを示す。

【0125】この後、必要に応じポストデベロッピングベークを行う場合もある。この熱処理は後のミキシング反応に影響するため、適切な温度に設定する必要がある。以上は、プロセスとしては、従来のレジストプロセスによるレジストパターンの形成と同様である。

【0126】前記第1のレジストパターンの上に酸の存在により架橋反応を起こす第2のレジストを形成する工程

つぎに、図6(b)のパターン形成後、図6(c)に示すように、半導体基板(ウェハ)3を酸性溶液で浸漬処理する。その処理方法は、通常のパドル現象の方式でよい。また、酸性溶液のペーパライズ（吹き付け）で行ってもよい。また、この場合の酸性溶液は、有機酸、無機酸のいずれでもよい。たとえば、低濃度の酢酸が好適な例としてあげられる。

【0127】この工程において、酸が第1のレジストのパターン21aの界面近傍に染み込み、酸を含む薄い被膜25が形成される。この後、必要に応じて純水を用いてリンスする(図6(d))。

【0128】前記第1のレジストパターンからの酸の供給により前記第2のレジストの前記第1のレジストパターンに接する部分に架橋膜を形成する工程

図6(e)に示すように、第1のレジストパターン21の上に、酸の存在により架橋する架橋性化合物を含み、第1のレジスト21を溶解しない溶剤に溶かされた第2のレジスト22を塗布する。

【0129】ここで用いる第2のレジストの構成およびその溶媒は、実施の形態1で述べたものと同様なものが有効に用いられる。第2のレジスト22の塗布後、必要に応じて、第2のレジスト22をプリベークする。この熱処理は、後のミキシング反応に影響するため、適切な温度に設定する。

【0130】つぎに、図6(f)に示すように、半導体基板3を熱処理(60~130℃)して架橋ベークを行い、第1のレジスト21aからの酸の供給で第2のレジストの22のレジスト21の第1のレジスト21aとの界面で架橋反応を起こさせる。これにより、第1のレジスト21を被覆するように架橋反応を起こした架橋膜24が第2のレジスト22中に形成される。

【0131】前記第2のレジストの非架橋部分を水あるいは水溶性有機溶媒の水溶液を用いて溶解剥離して第2のレジストパターンを形成する工程

図6(g)に示すように、第1のレジストを溶解しない水と水溶性有機溶媒(たとえば、イソプロパノール)の混合溶液で洗浄し、つぎに、水で洗浄することにより、架橋していない第2のレジスト22を剥離する。以上の処理により、ホール内径または分離幅を縮小、あるいは、孤立残しパターンの面積を拡大したレジストパターンを得ることが可能となる。

【0132】この第2のレジストパターンを形成する工程を複数回繰り返す工程

さらに、図6(h)~(j)に示す処理を行うことにより、寸法精度の良好なパターンが得られるが、この処理は図5(f)~(h)に示す処理と同じであるため、詳細な説明は省略する。

【0133】以上のように、この実施の形態3によれば、露光処理により、第1のレジストに酸を発生させる工程を必要とせず、第1のレジストパターン21a上に第2のレジスト22を成膜する前に、酸性液体による表面処理を施し、熱処理により酸を拡散させて架橋するようにするものである。

【0134】また、このようにして形成した微細分離レジストパターンを、各種の半導体基板上に形成し、これをマスクとして、半導体基板上に微細な分離スペースまたは微細ホールなどを形成して半導体装置を製造するこ

とは、前記実施の形態1および2と同様である。

【0135】

【実施例】製造例1

第1のレジストとして、ノボラック樹脂とナフトキノンジアジドから構成され、溶媒として2-ヘプタノンを用いたi線レジスト(住友化学工業(株)製)を用いてレジストパターンを形成した。

【0136】前記レジストをSiウエハ上に滴下、回転塗布により膜厚約0.8μmとなるように成膜した。つぎに85℃/70秒でプリベークを行い、レジスト中の溶媒を乾燥させた。続いて、i線縮小投影露光装置を用い、図1に示すようなマスクで露光した。つぎに、120℃/70秒でPEB処理を行い、続いて、アルカリ現像液(東京応化(株)製、NMD3)を用いて現像を行い、図7に示すような分離サイズを持つレジストパターンを得た。

【0137】得られたパターンのホールサイズ、スペースサイズは、それぞれ0.35μmであった。また、ホールサイズについて、8インチウエハ面内の15点を測長した結果、その寸法精度は、レンジで±0.035μmであった。

【0138】製造例2

第1のレジストとして、化学増幅型エキシマレジスト(東京応化株式会社製)を用い、レジストパターンを形成した。

【0139】前記レジストをSiウエハ上に滴下、回転塗布により膜厚約0.8μmとなるように成膜した。つぎに90℃/90秒でプリベークを行い、レジスト中の溶媒を乾燥させた。続いて、KrFエキシマ縮小投影露光装置を用いて、図1に示すようなマスクで露光した。つぎに、100℃/90秒でPEB処理を行い、続いて、アルカリ現像液(東京応化株式会社製、NMD-W)を用いて現像を行い、図8に示すようなレジストパターンを得た。

【0140】得られたパターンのホールサイズ、スペースサイズは、それぞれ0.24μmであった。また、ホールサイズについて、8インチウエハ面内の15点を測長した結果、その寸法精度はレンジで±0.025μmであった。

【0141】製造例3

第1のレジストとして、t-Boc化ポリヒドロキシシチレンと酸発生剤から構成されるの化学増幅型レジスト(菱電化成社製、MELKER, J. Vac. Sci. Technol., B 11(6)2773, (1993))を用い、レジストパターンを形成した。

【0142】前記レジストをSiウエハ上に滴下、回転塗布により膜厚約0.52μmとなるように成膜した。つぎに、120℃/180秒でベークを行い、レジスト中の溶媒を乾燥させた。続いて、このレジスト上に、帯電防止膜としてエスペイサー(昭和電工社製、ESP-

100)を同様にして回転塗布した後、80℃/120秒でベークを行った。つぎに、EB描画装置を用いて、 $17.4\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で描画を行った。

【0143】つぎに、80℃/120秒でPEBを行ったのち、純水を用いて帯電防止膜を剥離、続くTMAHアルカリ現像液（東京応化社製、NMD-W）を用いてレジストパターンの現像を行った。その結果、図9に示すような約0.2μmのEBレジストパターンを得た。

#### 【0144】製造例4

1Lメスフラスコを用い、第2のレジスト材料としてポリビニルアセタール樹脂（エスレックKW3およびKW1、積水化学（株）製）、ポリビニルアルコール樹脂、オキサソリン含有水溶性樹脂（日本触媒（株）製 エポクロスWS500）の20wt%水溶液のそれぞれ100gに純水100gを加え、室温で6時間攪拌混合し、それぞれの10wt%水溶液を得た。

【0145】さらに、メトキシメチロールメラミン（三井サイナミド社製・サイメル370）、（N-メトキシメチル）メトキシエチレン尿素、（N-メトキシメチル）ヒドロキシエチレン尿素、N-メトキシメチル尿素的それぞれ100gに、純水860g、IPA40gを室温にて6時間攪拌混合し、それぞれの約10wt%の水溶液を得た。

#### 【0146】製造例5

第2のレジスト材料として、製造例4で得たポリビニルアセタール/KW3の10wt%水溶液200gとメトキシメチロールメラミン、（N-メトキシメチル）メトキシエチレン尿素、（N-メトキシメチル）ヒドロキシエチレン尿素、N-メトキシメチル尿素的10wt%水溶液のそれぞれ20g、40g、60gとを室温で6時間攪拌混合し、KW3に対する水溶性架橋剤の濃度が10、20、30wt%である4種類の混合水溶液を得た。

#### 【0147】比較例1

製造例1で得た第1のレジストパターンが形成されたSiウェハ上に、第2のレジスト材料として、製造例5で得たKW3とメトキシメチロールメラミンの混合水溶液を滴下してスピンコートした後、85℃/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。120℃/60秒でミキシングベーク（MB）を行い、架橋反応を進行させた。つぎに、非架橋膜を10wt%イソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピン乾燥、続く90℃/90秒でポストベークを行うことにより、第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0148】この場合、架橋剤の混合量を変えることにより、第1のレジスト上に形成される架橋膜の厚みを制御することが可能である（表1）。さらに、8インチウェハ面内の15点でホールサイズを測長した結果、その寸法精度は、 $\pm 0.035\mu\text{m}$ であった（表2）。

#### 【0149】実施例1

製造例1で得た第1のレジストパターンが形成されたSiウェハ上に、第2のレジスト材料として、製造例5で得たKW3とメトキシメチロールメラミンの混合水溶液を滴下、スピンコートした後、85℃/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。110℃/60秒でミキシングベーク（MB）を行い、架橋反応を進行させた。つぎに、非架橋膜を10wt%イソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去して、スピン乾燥、続く90℃/90秒でポストベークを行うことにより、第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0150】得られたパターン上に、第2のレジスト材料として、製造例5で得たKW3とメトキシメチロールメラミンの混合水溶液を滴下、スピンコートした後、85℃/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。110℃/60秒でミキシングベーク（MB）を行い、架橋反応を進行させた。非架橋膜を10wt%イソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピン乾燥、続く90℃/90秒でポストベークを行うことにより、図10に示すように、第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0151】この場合、架橋剤の混合量を変えることにより、第1のレジスト上に形成される架橋膜の厚みを制御することが可能である（表1）。また、比較例1に比べて架橋膜の厚みは、2回処理することによりさらに厚く形成することが可能であることがわかる。

【0152】1回処理の場合には、第2のレジスト材料として架橋剤濃度が20wt%の溶液を用いて、0.27μmサイズのホールパターンが得られるのに対し、2回処理では、架橋剤濃度10wt%の溶液を用い、1回処理よりも低い加熱温度で同じサイズのホールパターンが得られることがわかる。さらに、8インチウェハ面内15点でホールサイズを測長した結果、その寸法精度は、 $\pm 0.025\mu\text{m}$ であり（表2）、複数回処理した場合には、得られるパターンの寸法精度が向上することがわかる。

#### 【0153】

#### 【表1】

表 1

メラミン混合量 (wt%)	ホールサイズ ( $\mu\text{m}$ )		スペースサイズ ( $\mu\text{m}$ )	スペースサイズ ( $\mu\text{m}$ )
	1回処理後	2回処理後	2回処理後	2回処理後
	比較例1	実施例1	実施例1	実施例1
初期値(処理前)	0.35	0.35	0.35	0.35
0	0.34	0.32	0.31	0.31
10	0.29	0.27	0.26	0.26
20	0.27	0.23	0.22	0.22
30	0.24	0.20	0.19	0.19

【0154】

\* \* 【表2】  
表 2

	処理条件	寸法精度( $\mu\text{m}$ )
製造例1	初期レジストパターン	$\pm 0.035$
比較例1	1回処理	$\pm 0.032$
実施例1	2回処理	$\pm 0.025$

## 【0155】比較例2

製造例2で得た第1のレジストパターンが形成されたS i ウェハ上に、製造例5で得たKW3と(N-メトキシメチル)ヒドロキシエチレン尿素(20wt%)の水溶液を第2のレジスト材料として滴下、スピコートした後、85℃/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。

【0156】つぎに、KrFエキシマレーザ露光装置を用いて、照射量 $5\text{mJ}/\text{cm}^2$ で選択的にウェハに露光を行った。さらに、120℃/60秒でミキシングベーク(MB)を行い、架橋反応を進行させた。非架橋膜をイソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥、続く110℃/90秒でポストベークを行うことにより、図11に示すように、第1のレジストホールパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

## 【0157】実施例2

比較例2で得た第1のレジストパターンが形成されたS i ウェハ上に、製造例5で得たKW3と(N-メトキシメチル)ヒドロキシエチレン尿素(20wt%)の水溶液を第2のレジスト材料として滴下、スピコートした後、85℃/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。

【0158】つぎに、KrFエキシマレーザ露光装置を用いて、照射量 $5\text{mJ}/\text{cm}^2$ で選択的にウェハに露光を行った。さらに、120℃/60秒でミキシングベーク(MB)を行い、架橋反応を進行させた。非架橋膜をイソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥し、続く110℃/90秒でポストベークを行うことにより、図11に示すように、第1のレ

ジストホールパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0159】得られたパターン上に、第2のレジスト材料の混合水溶液を滴下、スピコートした後、85℃/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。120℃/60秒でミキシングベーク(MB)を行い、架橋反応を進行させた。非架橋膜を10wt%イソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥し、続く90℃/90秒でポストベークを行うことにより、図10に示すように、第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0160】この場合、架橋剤の混合量を変えることにより、第1のレジスト上に形成される架橋膜の厚みを制御することが可能である(表3)。また、比較例2に比べて架橋膜の厚みは、2回処理することによりさらに厚く形成することが可能である。

【0161】これにより、架橋膜を形成する前の第1の0.24 $\mu\text{m}$ のレジストホールパターンサイズは、架橋剤濃度30%の場合には、露光を行った部分では0.10 $\mu\text{m}$ 、露光を行わない部分では0.13 $\mu\text{m}$ となり、選択的に異なるサイズのホール形成が実現できた(表4)。また、MBベーク前に全面露光を行うことにより、行わない場合に較べて、架橋反応がより進行し、第1のレジスト表面に架橋膜が厚く形成された。

## 【0162】

## 【表3】



表 3

メラミン混合量 (wt%)	ホールサイズ ( $\mu\text{m}$ )	
	1回処理後	2回処理後
	比較例2	実施例2
初期値(処理前)	0.24	0.24
0	0.22	0.19
10	0.19	0.15
20	0.15	0.12
30	0.13	0.09

\*【0163】  
【表4】

表 4

サンプル	ホールサイズ( $\mu\text{m}$ )		
架橋剤濃度(wt%)	10	20	30
比較例2	0.24	0.24	0.24
全面露光なし	0.18	0.15	0.13
全面露光あり	0.16	0.12	0.10

## 【0164】比較例3

製造例3で得た第1のレジストパターンが形成されたS i ウェハ上に、製造例5で得たポリビニルアセタール樹脂KW3とエチレン尿素の混合溶液を第2のレジストとして用いた。

【0165】第2のレジスト材料を滴下、スピコートした後、105℃/90秒、115℃/90秒、125℃/90秒の三種類の条件でミキシングベーク(MB)を行い、架橋反応を行った。

【0166】つぎに、非架橋膜をイソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥し、続く90℃/90秒でポストベークを行うことにより、図10に示すように第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0167】さらに、0.14 $\mu\text{m}$ サイズのホールが得られる125℃で加熱処理したパターンについて、8インチウェハ面内15点でホールサイズを測長した結果、その寸法精度は、 $\pm 0.022\mu\text{m}$ であった(表6)。

## 【0168】実施例3

比較例3で得られたパターン上に、第2のレジスト材料の混合水溶液を滴下、スピコートした後、85℃/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。115℃/60秒でミキシングベーク(MB)を行

い、架橋反応を進行させた。非架橋膜を10wt%イソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥し、続く90℃/90秒でポストベークを行うことにより、図10に示すように、第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0169】その結果、製造例2で形成した0.24 $\mu\text{m}$ サイズのホールパターンの内径およびラインパターンと孤立残しパターンにおけるスペースのサイズが、架橋膜形成後のレジストパターンでは、表5に示すように縮小されており、水溶性架橋剤量、反応温度により差が認められる。このことから、本発明は、光照射により酸を発生する化学増幅型レジストを用いて複数回処理を実施した場合にも、架橋反応によるレジストパターンサイズの制御が可能であることがわかる。

【0170】さらに、比較例3で加熱処理温度が125℃で得られた0.14 $\mu\text{m}$ と同等のホールサイズにおいて、8インチウェハ面内15点でホールサイズを測長した結果、その寸法精度は $\pm 0.018\mu\text{m}$ であり(表6)、複数回処理した場合には得られるパターンの寸法精度の向上が実現できる。

【0171】  
【表5】

表 5

加熱温度 (°C)	ホールサイズ ( $\mu\text{m}$ )		ラインスペース ( $\mu\text{m}$ )		スペース ( $\mu\text{m}$ )	
	比較例3	実施例3	比較例3	実施例3	比較例3	実施例3
製造例2	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
105	0.20	0.18	0.19	0.16	0.19	0.16
115	0.17	0.14	0.16	0.12	0.16	0.12
125	0.14	0.11	0.12	0.09	0.12	0.09

【0172】

\*10\* 【表6】

表 6

	処理条件	寸法精度( $\mu\text{m}$ )
製造例2	初期レジストパターン	$\pm 0.025$
比較例4	1回処理	$\pm 0.022$
実施例3	2回処理	$\pm 0.018$

【0173】比較例4

製造例2で得た第1のレジストパターンが形成されたS i ウェハ上に、製造例5で得たポリビニルアセタール/KW3水溶液およびKW3と水溶性架橋剤である(N-メトキシメチル)ジメトキシエチレン尿素混合水溶液、(N-メトキシメチル)ヒドロキシメトキシエチレン尿素、N-メトキシメチル尿素をKW3、およびポリビニルアルコールに(N-メトキシメチル)ヒドロキシメトキシエチレン尿素を樹脂に対して20wt%混合したそれぞれの混合水溶液を第2のレジストとして用いた。

【0174】第2のレジスト材料を滴下、スピンコートした後、115°C/60秒でミキシングベーク(MB)を行い、架橋反応を行った。非架橋膜をイソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピン乾燥し、続く90°C/90秒でポストベークを行うことにより、第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋※

※膜を形成した。

【0175】実施例4

比較例4で得られたパターン上に、第2のレジスト材料の混合水溶液を滴下、スピンコートした後、85°C/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。120°C/60秒でミキシングベーク(MB)を行い、架橋反応を進行させた。非架橋膜を10wt%イソプロピルアルコール水溶液で10秒間静止洗浄し、さらに水で60秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピン乾燥し、続く90°C/90秒でポストベークを行うことにより、図11に示すように、第1のレジストパターン上に第2のレジスト架橋膜を形成した。

【0176】その結果、製造例2で形成した約0.24 $\mu\text{m}$ サイズのホールパターンの内径およびスペースサイズは、表7に示すように縮小されており、その縮小量は、水溶性架橋剤違いにより差が認められる。

【0177】

【表7】

第2のレジスト材料	ホールサイズ( $\mu\text{m}$ )		
	比較例4	実施例4	実施例5
製造例2(初期サイズ)	0.24	0.24	0.24
ポリビニルアセタール/KW3樹脂のみ	0.23	0.21	—
KW3+(N-メトキシメチル)ジメトキシエチレン尿素(20wt%)	0.15	0.11	—
KW3+(N-メトキシメチル)ヒドロキシメトキシエチレン尿素(20wt%)	0.13	0.08	—
ポリビニルアルコール+(N-メトキシメチル)ヒドロキシメトキシエチレン尿素(20wt%)	0.20	0.16	—
KW3+N-メトキシメチル尿素(20wt%)	0.18	0.15	—
1回目の処理:KW3+(N-メトキシメチル)ジメトキシエチレン尿素(20wt%)	—	—	0.11
2回目の処理:KW3+(N-メトキシメチル)ヒドロキシメトキシエチレン尿素(20wt%)	—	—	—

【0178】実施例5

比較例4において、KW3+(N-メトキシメチル)ジメトキシエチレン尿素(20wt%)で処理して得られたパターン上に、第2のレジスト材料として、比較例4

とは異なるKW3+(N-メトキシメチル)ヒドロキシメトキシエチレン尿素(20wt%)の混合水溶液を滴下、スピンコートした後、85°C/70秒でプリベークを行い、第2のレジスト膜を形成した。120°C/60

秒でミキシングベーク (MB) を行い、架橋反応を進行させた。非架橋膜を 10 wt % イソプロピルアルコール水溶液で 10 秒間静止洗浄し、さらに水で 60 秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥し、続く 90℃/90 秒でポストベークを行うことにより、図 11 に示すように、第 1 のレジストパターン上に第 2 のレジスト架橋膜を形成した。

【0179】その結果、1 回目の処理と 2 回目の処理に用いる第 2 レジストの材料を変更することによっても架橋反応の制御が可能であることがわかる。

#### 【0180】比較例 5

製造例 3 で得た第 1 のレジストパターンが形成された Si ウェハ上に、製造例 5 で得たポリビニルアセタール樹脂 KW3 とエチレン尿素の混合溶液を第 2 のレジストとして用いた。

【0181】第 2 のレジスト材料を滴下、スピンドコートした後、105℃/90 秒、115℃/90 秒、125℃/90 秒の三種類の条件でミキシングベーク (MB) を行い、架橋反応を行った。

【0182】非架橋膜をイソプロピルアルコール水溶液で 10 秒間静止洗浄し、さらに水で 60 秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥し、続く 90℃/90 秒でポストベークを行うことにより、図 11 に示すように、第 1 のレジストパターン上に第 2 のレジス\*

表 8

加熱温度 (℃)	ホールサイズ ( $\mu\text{m}$ )		ラインスペースサイズ ( $\mu\text{m}$ )		スペースサイズ ( $\mu\text{m}$ )	
	比較例 5	実施例 6	実施例 5	実施例 6	実施例 5	実施例 6
製造例 3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
105	0.17	0.15	0.15	0.12	0.16	0.12
115	0.14	0.12	0.12	0.08	0.12	0.08
125	0.11	0.08	0.08	0.06	0.09	0.05

#### 【0186】

【発明の効果】本発明によれば、レジストの分離パターン、ホールパターンの微細化において、波長限界を越えるパターン形成を可能とする微細分離レジストパターン形成用材料とそれを用いた微細パターン形成方法が得られる。

【0187】これにより、ホール系レジストパターンのホール径を従来より縮小することができ、またスペース系レジストパターンの分離幅を従来より縮小することができる。

【0188】また、このようにして形成した微細分離レジストパターンをマスクとして用いて、半導体基板上に微細分離されたスペースあるいはホール形成することができる。

【0189】また、このような製造方法により、微細分離されたスペースあるいはホールを有する半導体装置を得ることができる。

\*ト架橋膜を形成した。得られたパターンサイズを測長した結果を表 8 に示す。

#### 【0183】実施例 6

製造例 3 で得られたパターン上に、第 2 のレジスト材料の混合水溶液を滴下、スピンドコートした後、85℃/70 秒でプリベークを行い、第 2 のレジスト膜を形成した。120℃/60 秒でミキシングベーク (MB) を行い、架橋反応を進行させた。非架橋膜を 10 wt % イソプロピルアルコール水溶液で 10 秒間静止洗浄し、さらに水で 60 秒間洗浄することにより溶解除去した。さらにスピンド乾燥し、続く 90℃/90 秒でポストベークを行うことにより、図 10 に示すように、第 1 のレジストパターン上に第 2 のレジスト架橋膜を形成した。

【0184】その結果、製造例 2 で形成した 0.20  $\mu\text{m}$  サイズのホールパターンの内径およびラインパターンと孤立残しパターンにおけるスペースのサイズが、架橋膜形成後のレジストパターンでは、表 8 に示すように縮小されており、水溶性架橋剤量、反応温度により差が認められる。このことから、本発明は、電子線レジストを用いて複数回処理を実施した場合にも、架橋反応によるレジストパターンサイズの制御が可能であることが分かる (表 8)。

#### 【0185】

#### 【表 8】

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 発明の実施の形態 1 のレジストパターン形成方法を説明するためのマスクパターンの図である。

【図 2】 発明の実施の形態 1 のレジストパターン形成方法を説明するための工程フロー図である。

【図 3】 発明の実施の形態 1 のレジストパターン形成方法を説明するための工程フロー図である。

【図 4】 発明の実施の形態 1 のレジストパターン形成方法を説明するための工程フロー図である。

【図 5】 発明の実施の形態 2 のレジストパターン形成方法を説明するための工程フロー図である。

【図 6】 発明の実施の形態 3 のレジストパターン形成方法を説明するための工程フロー図である。

【図 7】 製造例 1 における第 1 のレジストパターンである。

【図 8】 製造例 2 における第 1 のレジストパターンである。

【図9】 製造例3における第1のレジストパターンである。

【図10】 実施例1、3および6における第2のレジストパターンである。

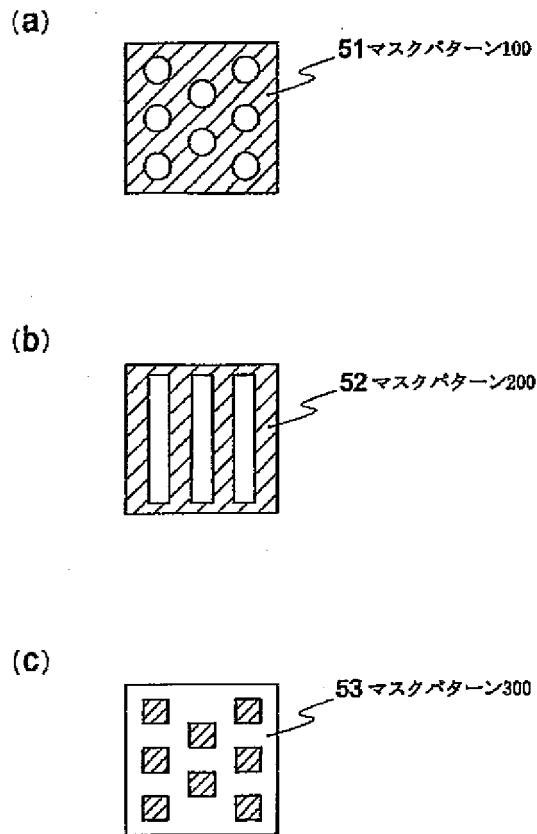
【図11】 実施例2、4および5における第2のレジストパターンである。

【符号の説明】

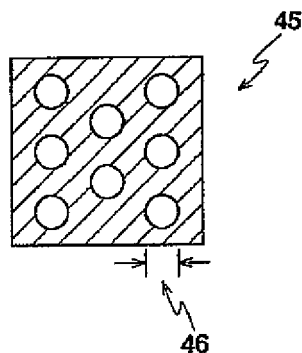
1 第1のレジスト、1a 第1のレジストパターン、  
2 第2のレジスト、2a 第2のレジスト、3 半導\*

\* 体基板、4 架橋膜、4a 架橋膜、5 マスク、6 露光、11 第1のレジスト、11a 第1のレジストパターン、12 第2のレジスト、12a 第2のレジスト、14 架橋膜、21 第1のレジスト、21a 第1のレジストパターン、22 第2のレジスト、22a 第2のレジスト、24 架橋膜、24a 架橋膜、25 被膜、45 レジストパターン100、46 測長場所、51 マスクパターン100、52 マスクパターン200、53 マスクパターン300。

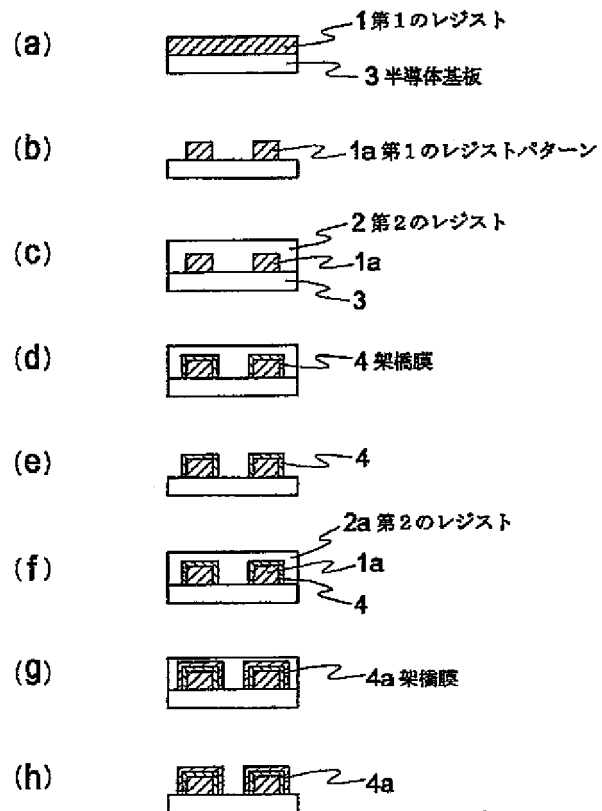
【図1】



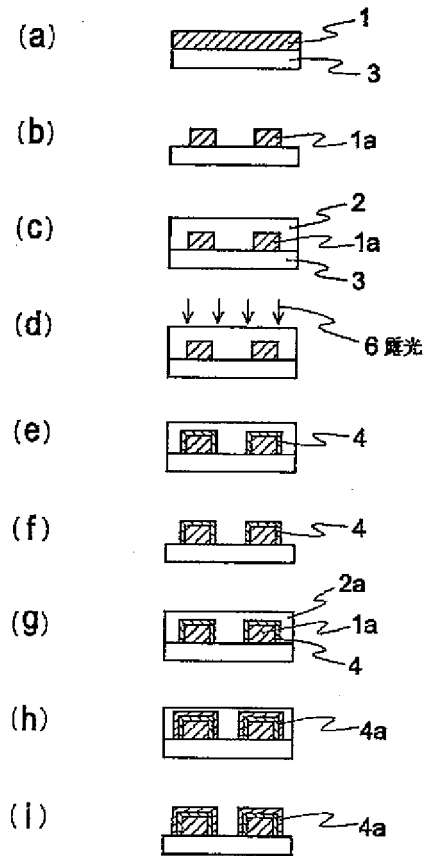
【図11】



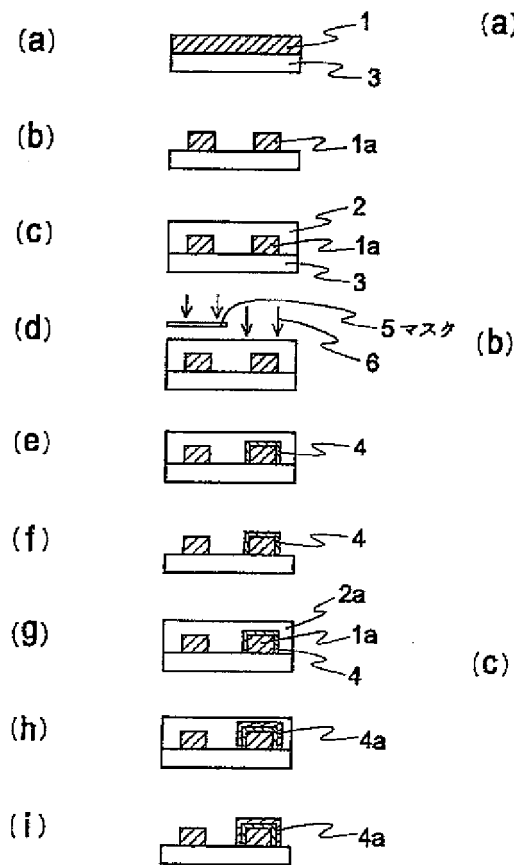
【図2】



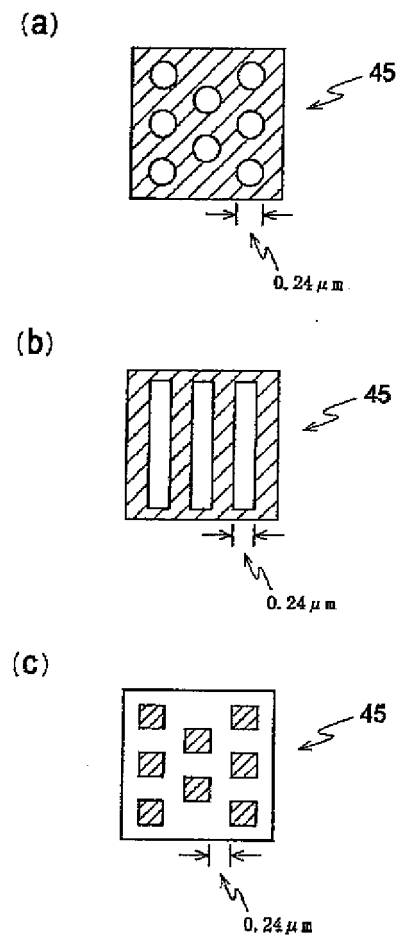
【図3】



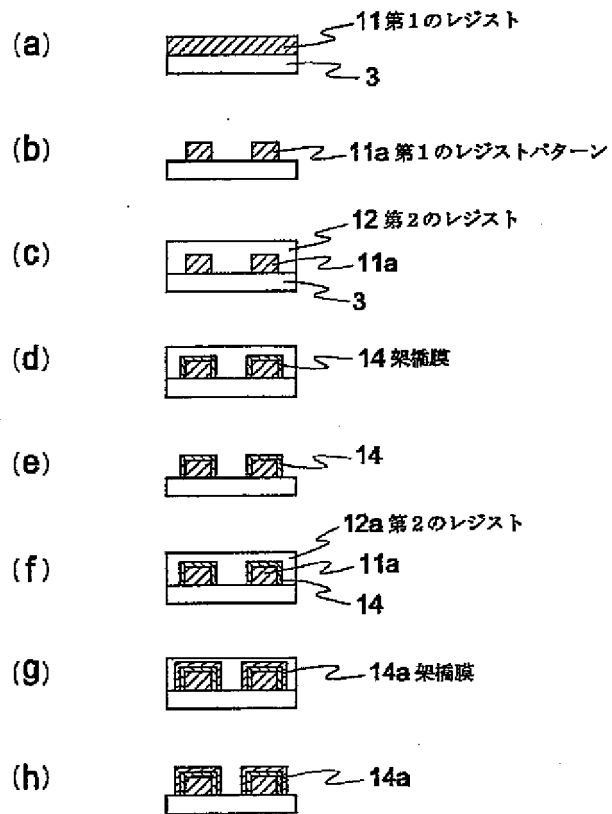
【図4】



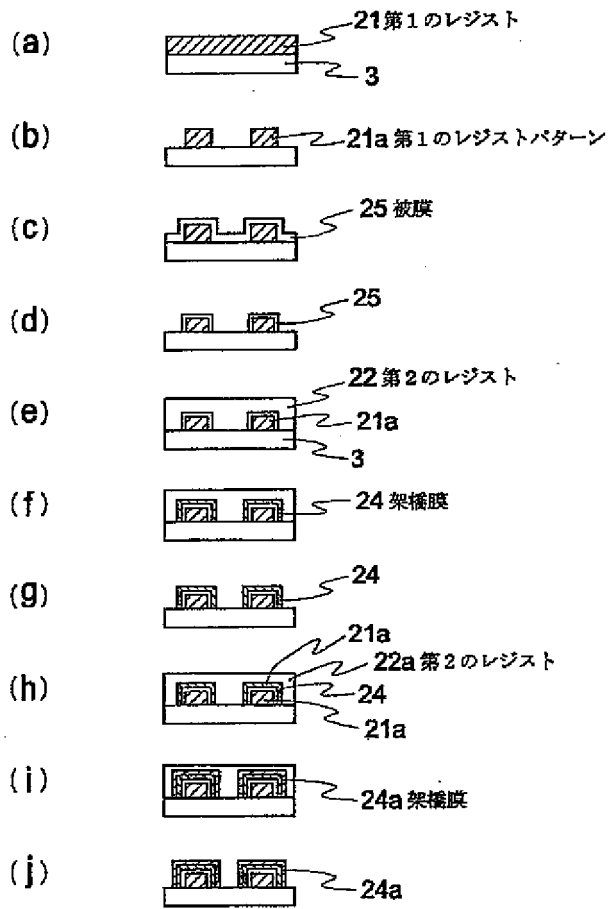
【図8】



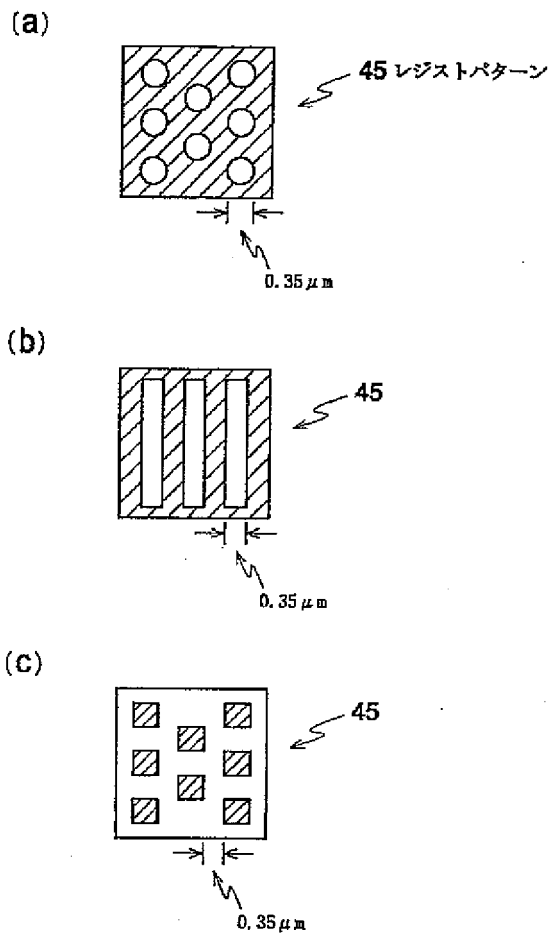
【図5】



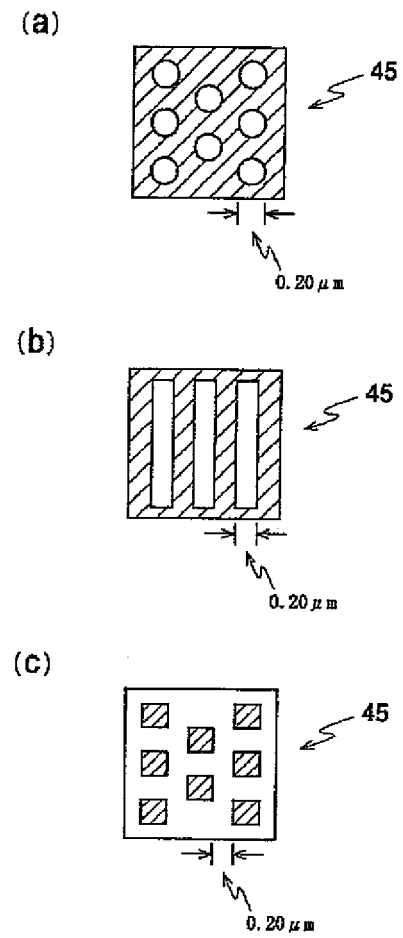
【図6】



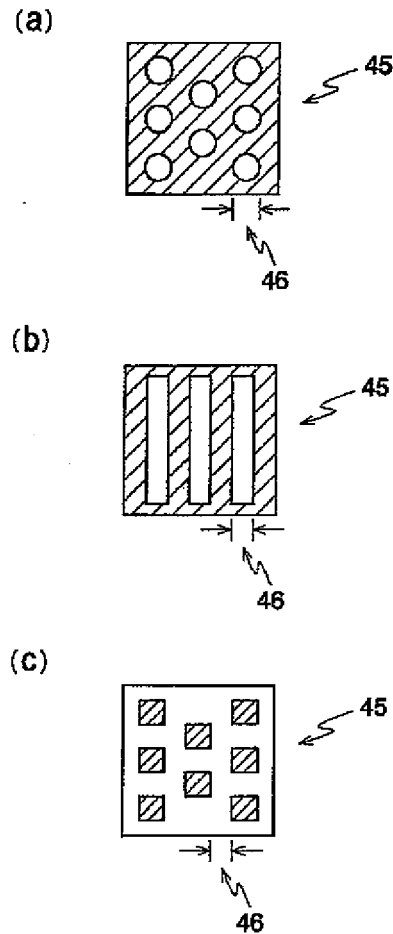
【図7】



【図9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	タームコード (参考)
H01L 21/027		H01L 21/30	569E 573
(72)発明者 田中 幹宏 兵庫県伊丹市瑞原四丁目1番地 菱電セミ コンダクタシステムエンジニアリング株式 会社内		(72)発明者 保田 直紀 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内	
(72)発明者 石橋 健夫 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内		Fターム (参考) 2H025 AA02 AB16 AC04 AC05 AD01 AD03 BE02 2H096 AA25 BA01 BA09 CA12 HA01 KA02 KA07 5F046 AA02 AA13 BA07 CA04 JA04 MA02	